

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09035070 A**

(43) Date of publication of application: **07 . 02 . 97**

(51) Int. Cl

**G06T 7/60
B60K 28/06
G06T 1/00**

(21) Application number: **07179036**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(22) Date of filing: **14 . 07 . 95**

(72) Inventor: **OKUMURA TOMOKO**

(54) FACE IMAGE PROCESSOR

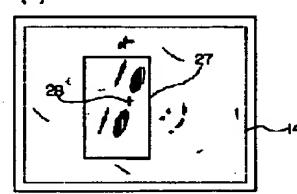
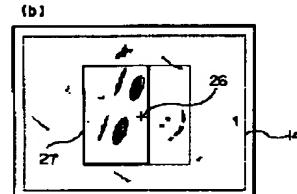
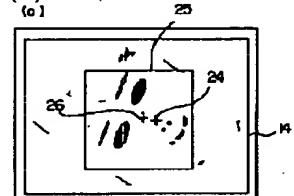
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a face image which does not slant by finding the gradient of the straight line passing the center of gravity of a binarized face image area of a driver and a representative point of the face image, and rotating the face image according to the gradient.

SOLUTION: After calculating the center 24 of gravity, a face part area setting means sets an area 25 including the face on the basis of its coordinate point. The face area 26 is large in the rate at which the face occupies an input image, and also almost in the center of gravity of the face and between the nose and eyes, so the face area 25 is made rectangular including feature quantities (at least the eyes and nose) of the face. The center 26 of gravity of the face area in the face area 25 is calculated similarly to the center 24 of gravity. The face area 25 is divided into a face longitudinally upper area (including at least the eyes) and a face longitudinally lower area, and the upper area is employed as a face part area 27. A face part area representative point calculating means performs processing for the face part area 27. The representative point is the center of gravity of the area 27. A gradient detecting means finds the straight line passing

the center 26 of gravity and representative points 28 to find the angle θ to an X axis.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-35070

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/60		9061-5H	G 0 6 F 15/70	3 5 0 H
B 6 0 K 28/06			B 6 0 K 28/06	A
G 0 6 T 1/00			G 0 6 F 15/62	3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 19 頁)

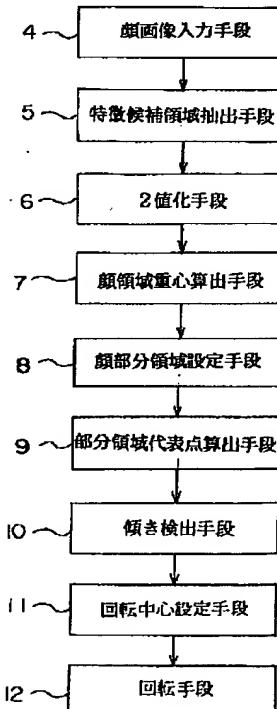
(21)出願番号 特願平7-179036	(71)出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日 平成7年(1995)7月14日	(72)発明者 奥村 知子 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
	(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】顔画像処理装置

(57)【要約】

【課題】運転者の2値化された顔画像領域の重心と顔画像の代表点を通る直線の傾きより運転者の顔画像の傾きを求め、更に、傾き角度に基づいて顔画像の回転処理を行い、傾きのない顔画像を得る。

【解決手段】運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段と、顔画像より目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段と、特徴候補領域を2値化する2値化手段と、2値化画像において顔を含む領域の重心を算出する顔領域重心算出手段と、顔部分領域の代表点を算出する部分領域代表点算出手段と、前記重心と部分領域代表点の2点を通る直線と一定の基準線とのなす角度を顔の傾き角度として検出する傾き角度検出手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、

算出された顔領域の重心を基に顔の一部分を含む領域を設定する顔部分領域設定手段、

顔部分領域に対する代表点を算出する部分領域代表点算出手段、

前記の顔領域重心(x, y)と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項2】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、

入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、

上記顔領域重心算出手段により算出された顔領域重心(x, y)の横軸方向重心 x を基に、顔縦方向上部領域を設定する顔部分領域設定手段、

設定された顔縦方向上部領域の重心を算出し、それを代表点とする部分領域代表点算出手段、

前記の顔領域重心(x, y)と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項3】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、

入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、

上記顔領域重心算出手段により算出された顔領域重心(x, y)の横軸方向重心 x を基に、顔縦方向上部領域を設定し、さらに顔縦方向上部領域を顔領域重心(x, y)の縦軸方向重心 y を基に分割して顔上部左右領域を設定する顔部分領域設定手段、

設定された顔上部左領域、顔上部右領域それぞれの重心を算出し、その中点を代表点とする部分領域代表点算出手段、

前記の顔領域重心(x, y)と部分領域代表点の2点を

通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項4】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、

入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、

特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、

鼻孔領域内の各鼻孔に対する重心を算出する鼻孔領域重心算出手段、

算出された鼻孔領域の各鼻孔に対する重心を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項5】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、

入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、

特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、

各特徴候補領域グループに対する重心を算出する特徴領域重心算出手段、

前記特徴領域重心算出手段により算出された重心の内、鼻孔領域抽出手段により設定された領域に対する重心を鼻孔間の中心とする鼻孔間中心設定手段、

前記鼻孔領域を除く各特徴候補領域の重心と鼻孔間中心との2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度の平均を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項6】 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、

入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、

特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、

2値画像内での特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、

特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、

抽出された鼻孔領域の鼻孔間の中心を算出する鼻孔間中

心算出手段、

前記鼻孔間中心と顔領域重心（ x, y ）の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたことを特徴とする顔画像処理装置。

【請求項7】 上記傾き検出手段により検出された顔の傾き補正のための顔画像の回転中心を設定する回転中心設定手段、前記回転中心設定手段により設定した回転中心を基準に回転により顔画像の傾きを補正する回転手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の顔画像処理装置。

【請求項8】 回転中心設定手段は、2値画像における顔領域重心（ x, y ）を回転中心と設定することを特徴とする請求項7に記載の顔画像処理装置。

【請求項9】 回転中心設定手段は、鼻孔間中心を回転中心と設定することを特徴とする請求項7に記載の顔画像処理装置。

【請求項10】 顔画像が傾いている否かを判定する傾き判定手段を備え、顔画像が傾いていないと判断されるまで前記回転手段による画像回転処理を続けることを特徴とする請求項7に記載の顔画像処理装置。

【請求項11】 傾き判定手段は、2値画像内での顔横方向を画像縦（y）軸、顔縦方向を画像横（x）軸とし、画像横軸方向の各座標における画像縦軸方向に存在する黒色画素数を示す画像縦軸方向ヒストグラムを作成し、その画像縦軸方向ヒストグラムの形状およびピーク数から顔画像が傾いている否かを判定することを特徴とする請求項10に記載の顔画像処理装置。

【請求項12】 傾き判定手段は、2値画像内での顔横方向を画像縦（y）軸、顔縦方向を画像横（x）軸とし、画像縦軸上の各座標において画像横軸方向に存在する黒色画素数を示す画像横軸方向ヒストグラムを作成し、その画像横軸方向ヒストグラムの対称性から顔画像が傾いているか否かを判定することを特徴とする請求項10に記載の顔画像処理装置。

【請求項13】 傾き判定手段は、2値画像内での特徴候補領域重心算出手段により得られた各特徴候補領域グループに対する重心（ x_i, y_i ）の横軸方向重心 x_i の並びから顔画像が傾いている否かを判定することを特徴とする請求項10に記載の顔画像処理装置。

【請求項14】 上記傾き検出手段により検出された角度 θ に応じて、顔画像を回転させる角度を設定する回転角度設定手段、前記回転角度の限界角度を設定する回転限界角度設定手段を備え、上記回転手段で顔画像を回転させると共に上記傾き判定手段により顔画像が傾いていないと判定された時、或いは前記回転限界角度に達するまで上記回転手段による画像回転処理を続けることを特徴とする請求項10に記載の顔画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は画像処理を用いて顔画像の傾きを検出・判定し、顔画像を傾きの無い位置に補正する機能を備えた顔画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の運転者の顔画像処理装置としては、例えば特開平6-227278号公報に示されたものがある。図29は従来装置の構成を示すブロック図で

ある。画像入力手段55により装置に取り込んだ画像データは2値化手段50によって2値化され、眼球存在領域設定手段57によって顔画像中の眼球存在領域が設定される。運転者状態判定手段59では閉閉眼検出手段58検出された眼球存在領域中の閉閉眼のパターンに基づいて運転者の状態を判断する構成になっている。また閉閉眼検出手段58の検出結果は誤検出判定手段61にも送られ、誤検出と判断されたならば再設定手段60にて眼球存在領域の再設定を行う。眼球存在領域の設定は、横幅、縦幅の順で行われる。

【0003】図30はその横幅設定における画像走査の説明図、図31はその縦幅設定における画像走査の説明図である。図32の走査開始ライン（画像のX座標の中央）62を境にした左右領域で左右方向の連続白色画素数から判断して横幅を設定し、図33の黒色画素63、64を検索して縦幅を設定する。図34の破線部65は図30及び図31の画像走査方法で横幅及び縦幅が設定された眼球存在領域である。横幅設定方法は図30のフローチャートで説明されるように、顔のほぼ中心より上方に向けて顔横方向の白色画素の連続数をカウントする。

【0004】次に、カウント最大時のX座標（顔の横方向座標）を記憶する。縦方向に向けて顔横方向の白色画素をカウントした結果、左右の白色画素の連続数の和が例えば200以上であれば、記憶されたカウント最大時のX座標より眼球存在領域の横方向を設定する。しかし、連続数の和が200以下の場合は更に上方に向けて横方向の白色画素の連続数をカウントする。

【0005】眼球存在領域の縦幅設定は図31のフローチャートに示すように、縦方向の黒色領域を黒色画素数より検索する。この時、最初に一番目の黒色領域の画素数の最大値を記憶する。以降、眉毛の間に向けて縦方向に黒色領域の画素の最大値を記憶し、前回の最大値と比較して行く。従って、縦方向の黒色領域の検索が眉毛の間に至ると、黒色領域が無くなりたため、一番目の最大値の座標値と眉毛の間に至る直前の最大値の座標値の間が眼球存在領域の縦方向として設定される。この結果、図34に示すように左右の眼球存在領域が設定される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の顔画像処理装置は、以上のように運転者の顔を常に一定の位置に置き、

その顔の画像より眼球の位置を捉えようとしているが、運転者は常に同じ姿勢で運転するわけではなく、顔が傾く姿勢で運転することもしばしばある。ところが、上記の従来の運転者の顔画像処理装置では顔画像の傾きを補正する機能はなく、そのため、大きく傾いた顔画像を処理して眼球存在領域を検出しようとすると、検出された眼球存在領域は、実際の位置とはずれた位置に設定されてしまう可能性が高い。

【0007】その結果、眼球存在領域にある眼球画像を処理して目の開閉判断を行っても正確な目の開閉判断が行えず、開閉状態検出を誤ってしまうこともあるため、眼球画像の処理結果より居眠り検出を行っても誤検出されてしまうという問題点があった。

【0008】従って、頭部の動きを認識する事は必要不可欠となってくるが、図28に示されるように人間の頭部を球としたとき、X軸を顔の横軸方向、Y軸を顔の縦軸方向、そしてZ軸を顔の前後軸方向とした場合、顔をX軸を中心に回転（例えば、うつむき加減）、或いはY軸を中心に回転（顔を左右に向ける）に対する顔の方向を画像処理で検出するのが一般的であった。（信学会春季全大 D-541, 1990 等を参照）

【0009】しかし、z軸まわりの回転（顔を左右に傾ける）に対する顔の傾き検出方法はあまりみられず、目の開閉状態の誤検出を解消するには至らなかった。

【0010】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、眼球存在領域を設定する前に、顔画像の傾きを検出・判断し、その傾きを補正して傾きのない顔画像を得ることができる顔画像処理装置を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心

(x, y) を算出する顔領域重心算出手段、算出された顔領域の重心を基に顔の一部分を含む領域を設定する顔部分領域設定手段、顔部分領域に対する代表点を算出する部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心 (x, y) と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0012】請求項2の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心 (x, y) を算出する顔領域重心算出手段、上記顔領域重心算出手段により算

出された顔領域重心 (x, y) の横軸方向重心 x を基に、顔縦方向上部領域を設定する顔部分領域設定手段、設定された顔縦方向上部領域の重心を算出し、それを代表点とする部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心 (x, y) と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0013】請求項3の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心 (x, y) を算出する顔領域重心算出手段、上記顔領域重心算出手段により算出された顔領域重心 (x, y) の横軸方向重心 x を基に、顔縦方向上部領域を設定し、さらに顔縦方向上部領域を顔領域重心 (x, y) の縦軸方向重心 y を基に分割して顔上部左右領域を設定する顔部分領域設定手段、設定された顔上部左領域、顔上部右領域それぞれの重心を算出し、その中点を代表点とする部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心 (x, y) と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0014】請求項4の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、鼻孔領域内の各鼻孔に対する重心を算出する鼻孔領域重心算出手段、算出された鼻孔領域の各鼻孔に対する重心を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0015】請求項5の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、各特徴候補領域グループに対する重心を算出する特徴領域重心算出手段、前記特徴領域重心算出手段により算出された重心の内、鼻孔領域抽出手段により設定された領域に対する重心を鼻孔間の中心とする鼻孔間中心設定手段、前記鼻孔領域を除く各特徴候補領域の重心と鼻孔間中心との2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度の平均を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0016】請求項6の発明に係る顔画像処理装置は、運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、抽出された鼻孔領域の鼻孔間の中心を算出する鼻孔間中心算出手段、前記鼻孔間中心と顔領域重心(x, y)の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたものである。

【0017】請求項7の発明に係る顔画像処理装置は、請求項1ないし6のいずれかに記載の顔画像処理装置において、上記傾き検出手段により検出された顔の傾き補正のための顔画像の回転中心を設定する回転中心設定手段、前記回転中心設定手段により設定した回転中心を基準に回転により顔画像の傾きを補正する回転手段を備えたものである。

【0018】請求項8の発明に係る顔画像処理装置は、請求項7に記載の顔画像処理装置において、回転中心設定手段は、2値画像における顔領域重心(x, y)を回転中心と設定するものである。

【0019】請求項9の発明に係る顔画像処理装置は、請求項7に記載の顔画像処理装置において、回転中心設定手段は、鼻孔間中心を回転中心と設定するものである。

【0020】請求項10の発明に係る顔画像処理装置は、請求項7に記載の顔画像処理装置において、顔画像が傾いているか否かを判定する傾き判定手段を備え、顔画像が傾いていないと判断されるまで前記回転手段による画像回転処理を続けるものである。

【0021】請求項11の発明に係る顔画像処理装置は、請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像横軸方向の各座標における画像縦軸方向に存在する黒色画素数を示す画像縦軸方向ヒストグラムを作成し、その画像縦軸方向ヒストグラムの形状およびピーク数から顔画像が傾いている否かを判定するものである。

【0022】請求項12の発明に係る顔画像処理装置は、請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像縦軸上の各座標において画像横軸方向に存在する黒色画素数を示す画像横軸方向ヒストグラムを作成し、その画像横軸方向ヒストグラムの対称性から顔画像が傾いているか否かを判定するものである。

【0023】請求項13の発明に係る顔画像処理装置

は、請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の特徴候補領域重心算出手段により得られた各特徴候補領域グループに対する重心(x_i, y_i)の横軸方向重心 x_i の並びから顔画像が傾いている否かを判定するものである。

【0024】請求項14の発明に係る顔画像処理装置は、請求項10に記載の顔画像処理装置において、上記傾き検出手段により検出された角度 θ に応じて、顔画像を回転させる角度を設定する回転角度設定手段、前記回転角度の限界角度を設定する回転限界角度設定手段を備え、上記回転手段で顔画像を回転させると共に上記傾き判定手段により顔画像が傾いていないと判定された時、或いは前記回転限界角度に達するまで上記回転手段による画像回転処理を続けるものである。

【0025】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態は以下のようである。

1. 運転者の2値化された顔画像領域の重心と顔画像の代表点を通る直線の傾きを求め、この傾きに基づいて顔画像の回転処理を行って傾きのない顔画像を得る。

【0026】2. 運転者の2値化された顔画像領域の重心とこの重心を境に設定した顔画像領域の顔縦方向上部領域に代表点を求め、重心と代表点を通る直線の傾きに基づいて顔画像の回転処理を行い傾きのない顔画像を得る。

【0027】3. 運転者の2値化された顔画像領域の重心と、この重心を境に設定した顔画像領域の顔上部左領域と右領域の重心間の中点を代表点とし、重心と代表点を通る直線の傾きに基づいて顔画像の回転処理を行い傾きのない顔画像を得る。

【0028】4. 運転者の顔画像領域より抽出されて2値化された鼻孔領域内の各鼻孔に対する重心を算出し、各重心を通る直線の傾きに基づいて顔画像の回転処理を行う。

【0029】5. 運転者の顔画像領域より顔の各特徴点の候補領域を抽出して特徴候補領域を2値化してグループ化した後に、鼻孔を含む特徴候補領域では算出された重心を鼻孔間の中心点とし、この中心点と他の各特徴候補領域で算出された重心とを通る直線の傾きの平均に基づいて顔画像の回転処理を行う。

【0030】6. 2値化された顔領域の重心を算出すると共に、運転者の顔画像領域より顔の各特徴点の候補領域を抽出して特徴候補領域を2値化してグループ化した後に、鼻孔を含む特徴候補領域では算出された重心を鼻孔間の中心点とし、この中心点と算出された重心とを通る直線の傾きに基づいて顔画像の回転処理を行う。

【0031】7. 所定の座標位置を顔画像の回転中心位置とし、この回転中心位置を基準として顔画像を直線の傾き角度だけ傾き方向と逆方向に回転させる。

【0032】8. 回転中心位置を顔領域の重心とし、こ

の重心を基準として顔画像を直線の傾き角度だけ傾き方向と逆方向に回転させる。

【0033】9. 回転中心位置を鼻孔間の中心とし、この中心を基準として顔画像を直線の傾き角度だけ傾き方向と逆方向に回転させる。

【0034】10. 傾き判断手段で顔画像が傾いているかいないかを判定し、顔画像が傾いていないと判断されるまで前記回転手段による画像回転処理を続ける。

【0035】11. 2値画像内での顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像横軸方向の各座標における画像縦軸方向に存在する黒色画素数を示す画像縦軸方向ヒストグラムを作成し、その画像縦軸方向ヒストグラムの形状およびピーク数から顔画像が傾いている否かを判定する。

【0036】12. 2値画像内での顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像横軸方向の各座標における画像横軸方向に存在する黒色画素数を示す画像横軸方向ヒストグラムを作成し、その画像横軸方向ヒストグラムの対称性から顔画像が傾いている否かを判定する。

【0037】13. 2値画像内での特徴候補領域重心算出手段により得られた各特徴候補領域グループに対する重心(x_i, y_i)の横軸方向重心 x_i の並びから顔画像が傾いている否かを判定する。

【0038】14. 回転手段で顔画像を回転させると共に上記傾き判断手段により顔画像が傾いていないと判定された時、或いは前記回転限界角度に達するまで上記回転手段による画像回転処理を続ける。

【0039】以下、各実施の形態を詳細に説明する。

実施の形態1. 以下、本実施の形態を図に従って説明する。図1は本実施の形態における顔画像処理装置の構成を示すブロック図である。本実施の形態の顔画像処理装置は、運転者の顔画像を撮影するCCDカメラ1と、CCDカメラ1から出力された顔画像の画像データを記憶する画像メモリ2と、画像メモリ2のデータを基に画像処理を行うCPU3で構成される。図2は図1におけるCPU3の画像処理の概要を示すフローチャートである。

【0040】まず、図2のフローチャートを沿って画像処理の概要を説明する。CPU3は顔画像入手段4で画像メモリ2より運転者の顔画像の画像データを入力し、入力された顔画像の特徴点の候補領域を特徴候補領域抽出手段5で抽出する。特徴候補領域抽出手段5で抽出された顔画像の候補領域は2値化手段6で2値化される。

【0041】2値化された顔画像内の顔を含む候補領域の重心は顔領域重心算出手段7で算出された後、顔領域重心をもとに顔部分領域設定手段8により顔領域内で新たに顔部分領域を設定する。部分領域代表点算出手段9では設定された顔部分領域における代表点と顔領域重心

を結ぶ直線と、一方の画像軸とがなす角度を傾き検出手段10で求め、回転により顔領域の傾きを補正する。回転中心は回転中心設定手段11により設定し、回転は回転手段12により行う。

【0042】以下、図2のフローチャートに示した各手段を、各図にて詳細に説明する。図3は運転者の顔画像であり、同図(a)はCCDカメラ1により撮影された運転者の顔画像13を示したものである。同図(b)は特徴候補領域抽出手段5、2値化手段6による処理を行った後の顔画像14であり、特徴候補領域が2値化されている。図5(a)、(b)は本実施の形態における特徴候補領域抽出手段5、2値化手段6の説明図である。また、図4(a)、(b)、(c)は特徴候補領域抽出手段5に用いるmax/minフィルタの説明図である。

【0043】まず、max/minフィルタについて説明する。図4(a)にある入力画像の一部分の画像信号15にmaxフィルタをかけた後の画像信号が16であり、この画像信号16にminフィルタをかけた後の画像信号を17で示す。図4(b)の18～20は画像信号15～17の輝度値をそれぞれ模式化した画素に対応させたものを示す。ここでは輝度値を囲む1枠は1画素を表し、簡単のため輝度値を0～20までの値とした。

【0044】最初に入力画像にmaxフィルタをかけるが、maxフィルタは所定の長さ(画素数a、以下フィルターサイズとする)をもち、フィルタ中央の画素の輝度値をフィルタ内の最大輝度値に変換するものである。例えば画素数aを5とし、図4(b)18の□部分にmaxフィルタをかけると、ここでは最大輝度は10であるのでフィルタの中央にある画素18bの輝度値は8から10に変換される。

【0045】1画素ずつ右にシフトして同様にmaxフィルタをかけると、図4(b)の18は同(b)の19のように変換される。次に、maxフィルタ処理後の画像にminフィルタをかける。minフィルタもmaxフィルタと同様のフィルターサイズ(画素数a)をもち、フィルタ中央の画素の輝度値をフィルタ内の最小輝度値に変換するものである。

【0046】前記maxフィルタ処理後の図4(b)の19の□部分にminフィルタをかけると、ここでは最小輝度値は10であるのでフィルタの中央にある画素19cの輝度値は12から10に変換される。1画素ずつ右にシフトして同様にminフィルタをかけると図4(b)の19の□部分は20のように変換される。

【0047】ただし、maxフィルタ、minフィルタは共に、最初にかけたフィルタの中央位置から変換がはじまり、最後にかけたフィルタの中央位置で変換が終わる。つまり、maxフィルタ処理後のデータは図4(b)の19d～19e、minフィルタ処理後のデータは図4(b)の20f～20gであり、max/min

n フィルタ処理後の画像は結局、処理開始位置、処理終了位置よりそれぞれ a - 1 画素ずつ小さくなる。

【0048】このようにして得られた max/min フィルタ処理後の画像から入力画像をひくと所定長以下の輝度の低い領域が抽出される。図4 (b) の 20 から 18 をひくと図4 (d) が得られる。画像信号になおすと同図 (c) のようになる。

【0049】上記の方法は特徴領域を抽出するのに用いられる。本実施の形態では、画像横軸 (X 軸) にそって一行ずつ処理を行う (処理方向: 図3 (a) の矢印 23 の方向)。図5 (a) の 21 は入力画像に特徴領域の幅に対応した長さの max/min フィルタをかけた後の画像信号である。顔の特徴領域は周囲との輝度差が大きいため、差分後の輝度値が大きくなる (21a)。

【0050】それに対し、影や衣服などは周囲との輝度差が小さい (21b)。そこで図5 (a) の 22 のように差分後の結果に対して閾値を設定し、これをもとに 2 値化を行う。図5 (b) は 2 値化後の信号である。以上の処理によって得られた画像を示したものが図3 (b) である。

【0051】図6 (a)、(b)、(c) は顔領域重心設定手段 7、顔部分領域設定手段 8、部分領域代表点算出手段 9 の説明図である。顔領域重心設定手段 7 では、まず図6 (a) に示す画像 14 の全領域に対する重心 24 を算出する。重心算出は画像 14 の黒領域 (x_j, y_j) の全画素数を total、全 y_j の画素数の和を Y_t 、全 x_j の画素数の和を X_t とすると重心 24 の座標点 (X, Y) は以下の (1) 式で求められる。

【0052】

【数1】

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{X_t}{\text{total}} \\ Y &= \frac{Y_t}{\text{total}} \end{aligned} \right] \quad \cdots \cdots \quad (1)$$

【0053】重心 24 を算出後、顔部分領域設定手段 8 はこの座標点 (X, Y) を基に顔を含む領域 25 を設定する (以下、顔を含む領域は顔領域という)。顔領域 25 は入力画像に対する顔の占める割合が大きいことと、*

$$E = a - [(a - e) \cdot \cos \theta + (b - f) \cdot \sin \theta]$$

$$F = b - [-(a - e) \cdot \sin \theta + (b - f) \cdot \cos \theta]$$

【0059】実施の形態 2、上記、実施の形態 1 では顔領域の重心を含む顔部分領域の上部領域に顔部分領域代表点を求め、この顔部分領域代表点と重心とを結ぶ直線と、座標軸とがなす角度 θ を顔領域の補正回転角度としたが、顔部分領域代表点を大まかに決めた画像データにノイズ等が乗ると変位する可能性があるので、本実施の形態では更に精度良く顔部分領域代表点を求めるため

* 顔の重心はほぼ顔中心で鼻と目の間にあるということを考慮し、顔領域 25 は顔の特徴量 (少なくとも目と鼻) を含むような長方形とする。顔領域 25 に対する顔領域重心 26 (座標 (a, b)) は重心 24 と同様に上記 (1) 式を用いて算出する。

【0054】次に、顔部分領域設定手段 8 について説明する。算出した顔領域重心 26 の座標 (a, b) の a を基に顔領域 25 を顔縦方向上部 (少なくとも目を含む) 領域と顔縦方向下部領域に分割する。ここでは上部領域を顔部分領域 27 として採用する。顔部分領域代表点算出手段 9 による処理は顔部分領域 27 に対して行う。本実施の形態では顔部分領域代表点 28 (座標 (c, d)) は図6 (c) に示すように、上記 (1) 式により求めた顔部分領域 27 に対する重心とする。

【0055】図7は傾き検出手段 10 の説明図である。傾き検出手段 10 は、上記のような処理を実行して得られた顔領域重心 26 (a, b) と顔部分領域代表点 28 (c, d) を通る直線 29 を求め、一方の座標軸、本実施の形態では X 軸、となす角度 θ を求める。角度 θ は以下の (2) 式で求められる。

【0056】

【数2】

$$\theta = \arctan \frac{b-d}{a-c} \quad \cdots \cdots \quad (2)$$

【0057】図8は回転後の2値画像を示す。回転中心設定手段 11 により顔領域重心 26 を回転中心とおき、顔領域 25 を回転手段 12 により反時計回りに θ 回転させる。この場合、黒地で表した長方形の領域は回転前の顔領域 25 であり、顔領域 25 の各画素の座標は全体的に (e, f) で表される。中間色で表した長方形の領域は回転後の顔領域 25 であり、顔領域 25 の各画素の座標は全体的に (E, F) で表される。顔領域 25 の回転処理には (3) 式を利用する。ただし、回転後の座標 (E, F) が画像から出る部分 (図8の 30a) はカットし、回転前の座標 (e, f) が存在しない部分 (図8の 30b) は輝度値 0 とする。

【0058】

【数3】

$$\left. \begin{aligned} E &= a - [(a - e) \cdot \cos \theta + (b - f) \cdot \sin \theta] \\ F &= b - [-(a - e) \cdot \sin \theta + (b - f) \cdot \cos \theta] \end{aligned} \right] \quad \cdots \cdots \quad (3)$$

に、部分領域設定手段 8 および部分領域代表点算出手段 9 を以下のように変更する。

【0060】変更した顔部分領域設定手段 8 について説明する。本実施の形態では、上記顔領域重心算出手段 7 で算出した顔領域重心 26 (a, b) の a を基に設定した顔部分領域 27 を、更に b を境に図9に示す顔左右領域 31、32 に分割する。この顔左右領域 31、32 の

2つの領域を顔部分領域として採用する。顔部分領域代表点算出手段9による処理は顔左右領域31、32に対して行う。本実施の形態では顔部分領域代表点は図9に示すように、上記(1)式により求めた、領域31、32それぞれに対する重心33a、33bの中点34(e, f)とする。

【0061】このように、顔部分領域代表点34が求められたならば、図示しないが顔領域重心26と顔部分領域代表点34とを結ぶ直線と、一方の座標軸、本実施の形態ではX軸、となす角度θを求める。角度θは上記の(2)式で求められる。そして、回転中心設定手段11により顔領域重心26を回転中心とおき、顔領域25を回転手段12により反時計回りにθ回転させる。

【0062】実施の形態3、図10のフローチャートをもとに実施の形態3の処理の概要を説明する。本実施の形態は特徴候補領域の中で最も精度高く座標値化できる2点の鼻孔の領域を特徴候補領域とするものである。CPU3は顔画像入力手段4で画像メモリ2より画像データを入力し、入力された顔画像の特徴候補領域を特徴候補領域抽出手段5で抽出する。特徴候補領域で抽出された画像は2値化手段6で2値化される。2値化された画像内で特徴候補領域を特徴候補領域グループ化手段35で図13に示すように複数にグループ化する。

【0063】グループ化された特徴候補領域グループの中から鼻孔領域抽出手段36で鼻孔を抽出する。そして、鼻孔領域重心算出手段37で各鼻孔領域の重心を算出する。鼻孔領域重心2点を通る直線と、一方の画像軸のなす角度を傾き検出手段10で求め、回転により傾きを補正する。回転中心は回転中心設定手段11により各鼻孔領域重心の中点に設定し、この回転中心を基準に回転手段12は顔領域25の回転を、顔領域の傾き方向と逆方向に行う。

【0064】以下、図10のフローチャートに示した各手段について詳細に説明する。顔画像入力手段4、特徴候補領域抽出手段5、2値化手段6は上記実施の形態1で説明したので省き、特徴候補領域グループ化手段35から説明する。図11(a), (b), (c)は特徴候補領域グループ化手段35の動作を説明する図、図12(a), (b)は鼻孔領域抽出手段36の動作を説明する図、図14(a), (b)は鼻孔領域重心算出手段37の説明図である。また、図13は特徴候補領域グループ化手段36の処理後の画像である。

【0065】特徴候補領域グループ化手段35は2値化後の顔画像に対して画像縦軸方向の黒色画素数を各X座標についてカウントし、図11(a)に示すような縦軸が黒色画素数で横軸がX座標の画像縦軸方向ヒストグラムを作成する。次にヒストグラムの内から図11(b)に示すように黒色画素数の極大点が38a以上のピークを探し、各ピークに対し、黒色画素数が38e以上で極大点からの距離が38b以下のピーク開始位置38c

i、ピーク終了位置38diを設定する。

【0066】今度は設定したピーク開始位置38ciからピーク終了位置38diまでの帯状領域39aiそれぞれに対し、画像横軸方向の黒色画素数を各Y座標についてカウントし、図12(a)に示すような縦軸がY座標で横軸が黒色画素数の画像横方向ヒストグラムを作成する。画像横方向のヒストグラムでは上記特徴候補領域抽出手段5の特性上、所定長以下の領域のみ抽出されるため、場合によっては目の一部、眉の一部がカットされることがある。

【0067】そこで、図12(b)に示すような距離39c以上黒色画素数39b以下の部分を除いた、39ciと39diで囲まれる部分でかつ同じ帯状領域39aiに属するものを特徴候補領域グループ40iとする。

【0068】鼻孔領域抽出手段36では、特徴候補領域グループ40iのなかで図14(a)に示すようにほぼ同じ幅のグループが2つ並び、その間とグループの幅が他に比べて狭いものを鼻孔領域42とする。鼻孔領域重心算出手段37では、図14(b)に示す鼻孔領域42の2つのグループ内の各黒領域に対する重心43a(a, b)、43b(c, d)を上記(3)式によって求める。

【0069】次に図15に示すように、傾き検出手段10において、上記のような処理を実行して得られた鼻孔領域重心43a(a, b)、43b(c, d)を通る直線44を求め、一方の座標軸、本実施の形態ではY軸となす角度θを求める。角度θは上記(2)式で求められる。回転中心設定手段11により鼻孔領域重心43a、43bの中点45を回転中心とおき、顔領域を回転手段12により反時計回りにθ回転させる。回転手段12は実施の形態1と同様で、上記(3)式を利用する。

【0070】実施の形態4、上記、実施の形態3では特徴候補領域グループの1つである鼻孔領域の重心を通る単一の直線の傾き角度をもとに顔領域を回転させて傾きを補正した。本実施の形態では、実施の形態3で求めた中点と各特徴候補領域の重心を結ぶ各直線の傾き角度求めて傾き角度の平均値を算出して回転角度θとする。図16のフローチャートをもとに本実施の形態の処理の概要を説明する。

【0071】CPU3は顔画像入力手段4で画像メモリ2より画像データを入力し、入力した画像データ中の顔画像の特徴候補領域を特徴候補領域抽出手段5で抽出する。特徴候補領域で抽出された顔画像は2値化手段6で2値化される。2値化された顔画像内で特徴候補領域を特徴候補領域グループ化手段35によりグループ化する。グループ化された特徴候補領域グループの中から鼻孔を鼻孔領域抽出手段36で抽出する。

【0072】特徴領域重心算出手段46は特徴候補領域グループ化手段35により設定した各グループの重心を算出する。鼻孔間中心設定手段47で設定した鼻孔間中

心と鼻孔領域を除く各特徴候補領域重心の2点を通る直線と、一方の画像軸のなす角度の平均を傾き検出手段10で求める。回転中心は回転中心設定手段11により設定する。顔画像は設定された回転中心を基準に回転手段12により平均角度だけ回転させて傾きを補正する。

【0073】以下で図16のフローチャートに示した各手段について、詳細を説明する。顔画像入力手段4、特徴候補領域抽出手段5、2値化手段6、特徴候補領域グループ化手段35、鼻孔領域抽出手段36は上記実施の形態1、および実施の形態3で説明したので省き、特徴領域重心算出手段46から説明する。特徴領域重心算出手段46では、図17に示すような、同一帯状領域39ai(i:1~5)に存在するグループ40i内の黒領域に対する重心48i(c_i, d_i)を求める。重心算出には上記(1)式を用いる。

【0074】鼻孔間中心設定手段47では鼻孔領域抽出*

$$\theta = \text{arc tan} \left[\frac{b-d_1}{a-c_1} + \frac{b-d_2}{a-c_2} + \cdots + \frac{b-d_{n-1}}{a-c_{n-1}} + \frac{b-d_n}{a-c_n} \right] \dots \dots \quad (4)$$

【0077】実施の形態5、上記、実施の形態14ではグループ化された各特徴候補領域において重心を求めて鼻孔間中心と直線で結んだが、処理を簡素化するために鼻孔間中心と顔領域の重心を結んだ直線の傾き角度で傾き補正角度を決めて良い。図19のフローチャートとともに本実施の形態の処理の概要を説明する。CPU3は顔画像入力手段4で画像メモリ2より画像データを入力し、入力された画像データ中の顔画像の特徴候補領域を特徴候補領域抽出手段5で抽出する。特徴候補領域で抽出された顔画像を2値化手段6で2値化する。2値化された顔画像内の顔を含む領域に対する重心を顔領域重心算出手段7で算出した後、2値化された顔画像内の特徴候補領域を特徴候補領域グループ化手段35によりグループ化する。グループ化された特徴候補領域グループの中から鼻孔を鼻孔領域抽出手段36で抽出する。

【0078】抽出した鼻孔領域に対し鼻孔間中心算出手段50で鼻孔間中心を算出する。鼻孔間中心と顔領域重心の2点を通る直線と、一方の画像軸のなす角度を傾き検出手段10で求める。回転中心設定手段11により設定された回転中心を基準に顔画像を回転手段12で回転させ、顔画像の傾き補正を行う。

【0079】以下で図19のフローチャートに示した各手段について、詳細を説明する。顔画像入力手段4、特徴候補領域抽出手段5、2値化手段6、顔領域重心設定手段7、特徴候補領域グループ化手段35、鼻孔領域抽出手段36の各手段については上記実施の形態1、および実施の形態3で説明したので省き、鼻孔間中心算出手段50から説明する。ただし、算出された顔領域重心26は実施の形態1においては(a, b)としたが本実施の形態では説明上(c, d)としておく。

【0080】鼻孔間中心算出手段50では、図20に示

*手段36により、予め求めてある鼻孔領域42に対する特徴候補領域重心48iを鼻孔間中心49(a, b)とする。

【0075】次に図18に示すように、傾き検出手段10において、上記のような処理を実行して得られた各特徴候補領域重心48i(c_i, d_i)と鼻孔間中心49(a, b)の2点を通る直線と、一方の座標軸、本実施の形態ではX軸となす角度を求め、その平均値を角度θとする。角度θは下記の(4)式で求められる。回転中心設定手段11により鼻孔間中心49(a, b)を回転中心とおき、回転手段12により反時計回りにθ回転させる。回転手段12は実施の形態1と同様で、上記(3)式を利用する。

【0076】

【数4】

すような、鼻孔領域抽出手段36によって抽出された同一帯状領域に存在する鼻孔領域グループ内の黒領域に対する重心51(a, b)を求める。重心算出には上記(1)式を用いる。

【0081】次に、傾き検出手段10において、上記のような処理を実行して得られた顔領域重心26(c, d)と鼻孔間中心51(a, b)の2点を通る直線と、一方の座標軸、本実施の形態ではX軸、となす角度θを求める。角度θは上記(2)式で求められる。回転中心設定手段11により鼻孔間中心51(a, b)を回転中心とおき、回転手段12により反時計回りにθ回転させる。回転手段12は実施の形態1と同様で、上記(2)式を利用する。

【0082】実施の形態6、上記、実施の形態1~5では顔領域の傾き判定を顔領域重心と代表点を算出した結果に基づいて行ったが、処理を簡略するために2値化した特徴候補領域の黒色画素数のヒストグラムより直接顔領域の傾きを判定し、傾きが判定されなければそこで全ての処理を停止する。傾きが判定されれば上記各実施の形態と同様の処理を行い顔画像の回転処理を行う。

【0083】図21は本実施の形態の処理の概要を説明したフローチャートである。図中、図2のフローチャートと同一ステップ番号は同一処理を示す。図において、ステップ52は傾き判定手段52であり、2値化した特徴候補領域の黒色画素数のヒストグラムより直接顔領域の傾きの有無を判定する。そして、傾き有りと判定されたならば顔領域重心算出手段7に進み、傾き無しと判定されたならば全ての処理を停止する。

【0084】傾き判定手段52では、2値化後の画像に対して顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像縦軸方向の黒色画素数を各X座標に

についてカウントし、縦軸が黒色画素数で横軸がX座標の画像縦軸方向ヒストグラムを作成する。図22(a)は傾いていない顔画像の画像縦軸方向ヒストグラムであり、図22(b)は傾いた顔画像の画像縦軸方向ヒストグラムである。

【0085】図からも分かるように傾いていない顔画像はヒストグラムのピークがはっきりし、かつ黒色画素数はほぼ顔の特徴領域の数と同じである(通常、まゆ・目・鼻・口の4ピーク)。それに対して、傾いた顔画像のヒストグラムはピークがはっきりせず、ピーク数は顔の特徴領域の数と一致しない。以上、ヒストグラムの形状、およびピーク数から傾いているかいないかを判定する。

【0086】実施の形態7. 上記、実施の形態6では画像縦軸方向の黒色画素数を各X座標についてカウントしてヒストグラムを作成し、ピークの明確さから顔画像の非傾きを判定したが、人間の顔は縦の中心線を境に左右対称であることから、画像横軸方向の黒色画素数を各Y座標についてカウントしてヒストグラムを作成し、ピーク値が等しい左右対称のピーク出現から顔画像の非傾きを判定することができる。

【0087】図23(a)、(b)は判定基準を変更した傾き判定手段52の説明図である。傾き判定手段52では、2値化後の画像に対して顔横方向を画像縦(y)軸、顔縦方向を画像横(x)軸とし、画像横軸方向の黒色画素数を各Y座標についてカウントし、縦軸が黒色画素数で横軸がY座標の画像横軸方向ヒストグラムを作成する。図23(a)は傾いていない画像の画像横軸方向ヒストグラムであり、図23(b)は傾いた画像の画像横軸方向ヒストグラムである。

【0088】図からもわかるように傾いていない画像はヒストグラムのピークがはっきりし、かつほぼ左右対称である(通常、顔の中央で左右対称)。それに対して、傾いている画像のヒストグラムはピークがはっきりせず、左右対称でない。以上、ヒストグラムの形状、および対称性から、顔画像が傾いているかいないかを判定する。

【0089】実施の形態8. 図24は本実施の形態による顔画像処理を説明するフローチャートである。図25(a)、(b)は本実施の形態による傾き判定手段52の説明図である。図24に示すように実施の形態4の特徴領域重心算出手段46の後に傾き判定手段52を追加し、判定の結果が傾きなしであれば全ての処理を停止し、鼻孔間中心設定手段47から回転手段12までの処理後、再び特徴候補領域抽出手段5にもどり、以下同じ処理を繰り返す。

【0090】傾き判定手段52では、特徴領域重心算出手段46で算出した重心の並びにより傾いているかいないかを判定する。図25(a)は傾いていない画像の重心の並びであり、図25(b)は傾いた画像の重心の並びである。図からもわかるように傾いていない画像は重

心がほぼ顔の縦方向中心線上に並ぶ。それに対して、傾いた画像の重心は並びが一定でない。以上、特徴領域重心の並びから傾いているかいないかを判定する。

【0091】実施の形態9. 図27は本実施の形態における回転角度設定手段53a、回転限界角度設定手段53bの説明図である。図26に示すように実施の形態6～8の回転手段12の前に回転角度設定手段53a、回転限界角度設定手段53bを追加し、検出角度θに応じ、最低限回転させる角度βと最大限回転させることができる回転限界角度($\theta + \alpha$)を設定する。

【0092】ただし、図27に示すように回転させる角度βは回転限界角度($\theta + \alpha$)を越えないもので、回転限界角度($\theta + \alpha$)は検出角度θを基に設定する。回転手段12までの処理後、再び特徴候補領域抽出手段5にもどり、以下同じ処理を繰り返す。繰り返す際は、回転限界角度($\theta + \alpha$)は常に一定にする。回転させる角度βは特に一定でなくともよいが、検出角度θに近いほど回転角度を小さくし、かつ、回転回数を多くする方が正確な補正ができるものと思われる。以上の処理は傾き判定手段52で画像が傾いてないと判断されるか、回転限界角度($\theta + \alpha$)に達するまで処理を続ける。

【0093】この発明によれば以下の効果がある。

1. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、算出された顔領域の重心を基に顔の一部分を含む領域を設定する顔部分領域設定手段、顔部分領域に対する代表点を算出する部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心(x, y)と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたので、容易に精度高く、且つ、高速に傾き角度を検出できると共に、顔画像の傾きの補正精度が向上するという効果がある。

2. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内での顔を含む領域に対する重心

(x, y)を算出する顔領域重心算出手段、上記顔領域重心算出手段により算出された顔領域重心(x, y)の横軸方向重心xを基に、顔縦方向上部領域を設定する顔部分領域設定手段、設定された顔縦方向上部領域の重心を算出し、それを代表点とする部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心(x, y)と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたので、傾き角度を検出するための直線を顔領域重心と共に通す部分領域代表点

を精度良く、しかも容易で高速に求めることができるという効果がある。

【0095】3. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心

(x, y) を算出する顔領域重心算出手段、上記顔領域重心算出手段により算出された顔領域重心 (x, y) の横軸方向重心 x を基に、顔縦方向上部領域を設定し、さらに顔縦方向上部領域を顔領域重心 (x, y) の縦軸方向重心 y を基に分割して顔上部左右領域を設定する顔部分領域設定手段、設定された顔上部左領域、顔上部右領域それぞれの重心を算出し、その中点を代表点とする部分領域代表点算出手段、前記の顔領域重心 (x, y) と部分領域代表点の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたので、傾き角度を検出するための直線を顔領域重心と共に通す部分領域代表点を更に精度良く、しかも容易で高速に求めることができるという効果がある。

【0096】4. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、鼻孔領域内の各鼻孔に対する重心を算出する鼻孔領域重心算出手段、算出された鼻孔領域の各鼻孔に対する重心を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備え、顔画像において位置が変わることない2つの鼻孔を通る直線の傾き角度に基づいて顔画像の回転処理をして画像補正を行うため補正精度が向上するという効果がある。

【0097】5. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、各特徴候補領域グループに対する重心を算出する特徴領域重心算出手段、前記特徴領域重心算出手段により算出された重心の内、鼻孔領域抽出手段により設定された領域に対する重心を鼻孔間の中心とする鼻孔間中心設定手段、前記鼻孔領域を除く各特徴候補領域の重心と鼻孔間中心との2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度の平均を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたので、傾き角度検出精度が向上するという効果がある。

【0098】6. 運転者の顔画像を入力する顔画像入力

手段、入力した運転者の顔画像内における眉、目、鼻、口等の顔の特徴点の候補領域を抽出する特徴候補領域抽出手段、特徴候補領域を抽出した画像を2値化する2値化手段、2値画像内の顔を含む領域に対する重心

(x, y) を算出する顔領域重心算出手段、2値画像内の特徴候補領域をグループ化する特徴候補領域グループ化手段、特徴候補領域グループ内で鼻孔領域を抽出する鼻孔領域抽出手段、抽出された鼻孔領域の鼻孔間の中心を算出する鼻孔間中心算出手段、前記鼻孔間中心と顔領域重心 (x, y) の2点を通る直線と一方の画像軸のなす角度を顔の傾きとして検出する傾き検出手段を備えたので、精度高くしかも容易に傾き角度を検出できるという効果がある。

【0099】7. 請求項1ないし6のいずれかに記載の顔画像処理装置において、上記傾き検出手段により検出された顔の傾き補正のために顔画像の回転中心を設定する回転中心設定手段、前記回転中心設定手段により設定した回転中心を基準に回転により顔画像の傾きを補正する回転手段を備えたので、請求項1ないし6のいずれかに記載の顔画像処理装置の効果に加えて、顔画像を傾きのない顔画像に補正して処理するため画像処理品質が向上するという効果がある。

【0100】8. 請求項7に記載の顔画像処理装置において、回転中心設定手段は、2値画像における顔領域重心 (x, y) を回転中心と設定するようにしたので、請求項7の効果に加えて回転中心設定が容易になるという効果がある。

【0101】9. 請求項7に記載の顔画像処理装置において、回転中心設定手段は、鼻孔間中心を回転中心と設定するようにしたので、請求項7の効果に加えて回転中心設定が容易になると共に、中心設定精度が向上するという効果がある。

【0102】10. 請求項7に記載の顔画像処理装置において、顔画像が傾いているか否かを判定する傾き判定手段を備え、顔画像が傾いていないと判断されるまで前記回転手段による画像回転処理を続けるようにしたので、請求項7の効果に加えてキメ細かい傾き補正処理が行え、補正精度が向上するという効果がある。

【0103】11. 請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の顔横方向を画像縦 (y) 軸、顔縦方向を画像横 (x) 軸とし、画像横軸方向の各座標における画像縦軸方向に存在する黒色画素数を示す画像縦軸方向ヒストグラムを作成し、その画像縦軸方向ヒストグラムの形状およびピーク数から顔画像が傾いている否かを判定するようにしたので、傾き判定処理が簡易化されるという効果がある。

【0104】12. 請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の顔横方向を画像縦 (y) 軸、顔縦方向を画像横 (x) 軸とし、画像縦軸上の各座標において画像横軸方向に存在する黒色画

素数を示す画像横軸方向ヒストグラムを作成し、その画像横軸方向ヒストグラムの対称性から顔画像が傾いているか否かを判定するようにしたので、視覚的に傾き判定が行えるため傾き判定処理が更に簡易化されるという効果がある。

【0105】13. 請求項10に記載の顔画像処理装置において、傾き判定手段は、2値画像内の特徴候補領域重心算出手段により得られた各特徴候補領域グループに対する重心(x_i, y_i)の横軸方向重心 x_i の並びから顔画像が傾いている否かを判定するようにしたので、傾き判定処理が簡易化されるという効果がある。

【0106】14. 請求項10に記載の顔画像処理装置において、上記傾き検出手段により検出された角度 θ に応じて、顔画像を回転させる角度を設定する回転角度設定手段、前記回転角度の限界角度を設定する回転限界角度設定手段を備え、上記回転手段で顔画像を回転させると共に上記傾き判定手段により顔画像が傾いていないと判定された時、或いは前記回転限界角度に達するまで上記回転手段による画像回転処理を続けるようにしたので、傾き補正をするための回転範囲を限定できるため、無駄な回転を抑え、且つ、大きな誤回転を回避できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施の形態の構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1、2の処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】 画像処理した顔の図である。

【図4】 \max / \min フィルタの説明図である。

【図5】 2値化処理の説明図である。

【図6】 実施の形態1の処理の流れの一部を示す図である。

【図7】 傾き検出手段、回転中心設定手段、回転手段の説明図である。

【図8】 傾き補正後の顔画像である。

【図9】 実施の形態2の処理の流れの一部を示す図である。

【図10】 実施の形態3の処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】 画像縦軸方向ヒストグラムの説明図である。

【図12】 画像横軸方向ヒストグラムの説明図である。

* 【図13】 特徴候補領域グループ化処理後の顔画像である。

【図14】 鼻孔領域抽出手段の説明図である。

【図15】 実施の形態3の傾き検出手段、回転中心設定手段、回転手段の説明図である。

【図16】 実施の形態4の処理の流れを示すフローチャートである。

【図17】 特徴領域重心算出手段手段の説明図である。

10 【図18】 実施の形態4の傾き検出手段、回転中心設定手段、回転手段の説明図である。

【図19】 実施の形態5の処理の流れを示すフローチャートである。

【図20】 鼻孔間中心算出手段の説明図である。

【図21】 実施の形態6、7の処理の流れを示すフローチャートである。

【図22】 画像の画像縦軸方向ヒストグラムである。

【図23】 画像の画像横軸方向ヒストグラムである。

20 【図24】 実施の形態8の処理の流れを示すフローチャートである。

【図25】 画像の重心の並びを示す図である。

【図26】 実施の形態9の処理の流れを示すフローチャートである。

【図27】 回転角度設定手段の説明図である。

【図28】 顔の傾く方向を座標で表現した図である。

【図29】 従来例の構成を示すブロック図である。

【図30】 従来例の眼球存在領域横方向設定の流れを示すフローチャートである。

30 【図31】 従来例の眼球存在領域縦方向設定の流れを示すフローチャートである。

【図32】 従来例の眼球存在領域の処理の流れの一部を示した図である。

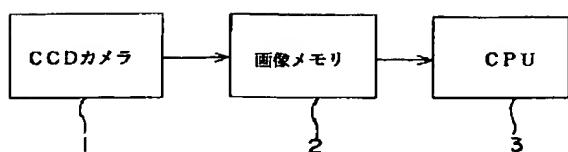
【図33】 従来例の眼球存在領域の処理の流れの一部を示した図である。

【図34】 従来例の眼球存在領域の処理の流れの一部を示した図である。

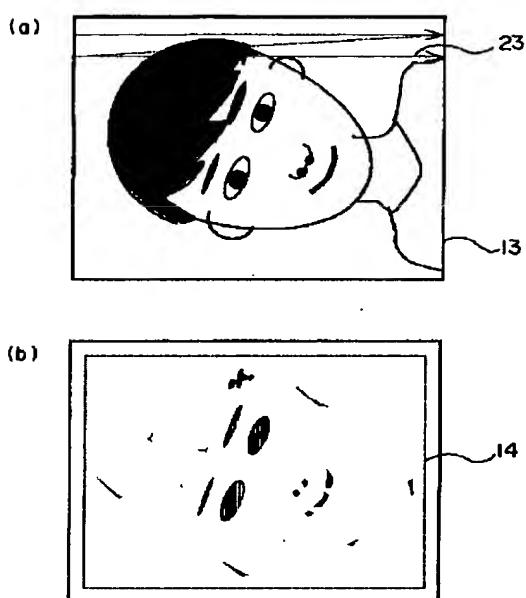
【符号の説明】

1 カメラ、2 画像メモリ、3 CPU、4 顔画像入力手段、5 特徴候補領域抽出手段、6 2値化手段、7 顔領域重心算出手段、8 顔部分領域設定手段、9 部分領域代表点算出手段、10 傾き検出手段、11 回転中心設定手段、12 回転手段。

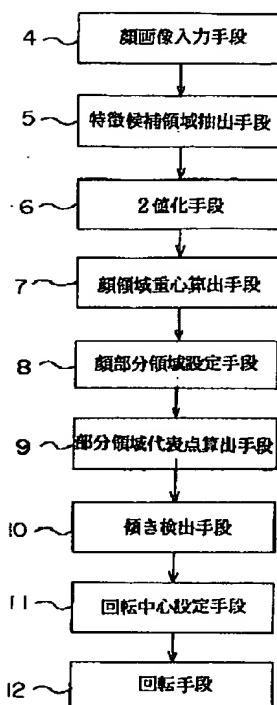
【図1】



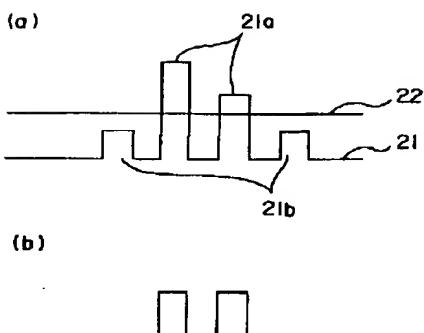
【図3】



【図2】

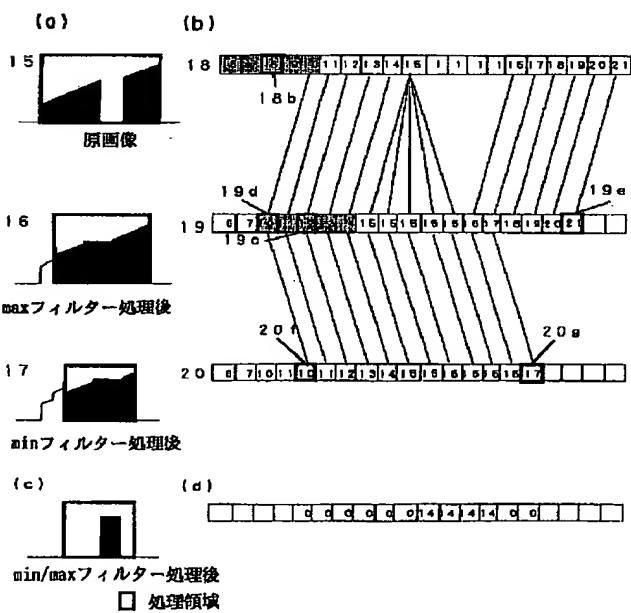
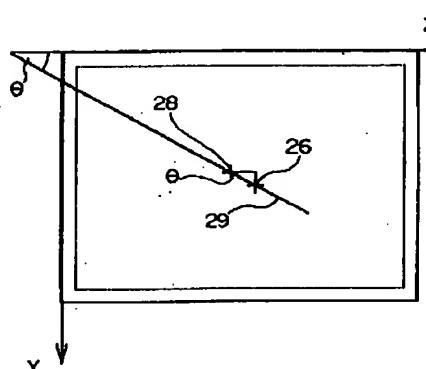


【図5】

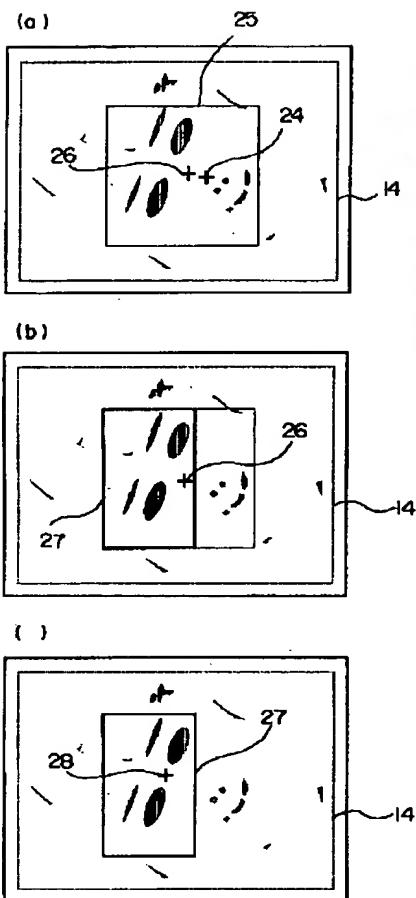


【図4】

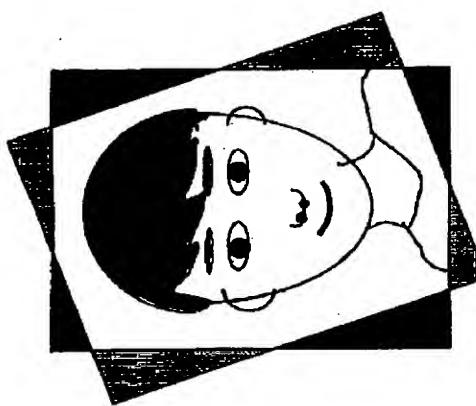
【図7】



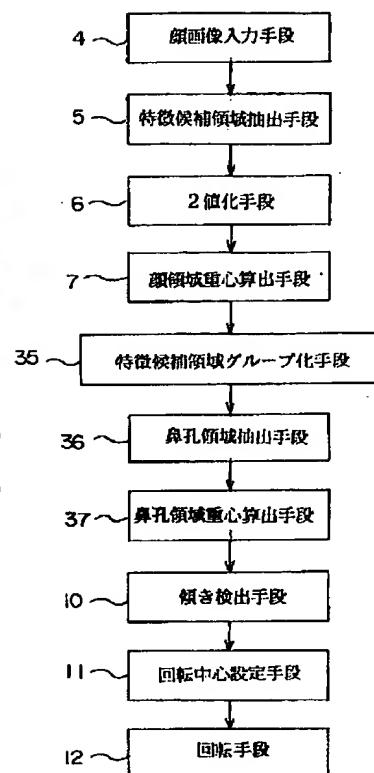
【図6】



【図8】

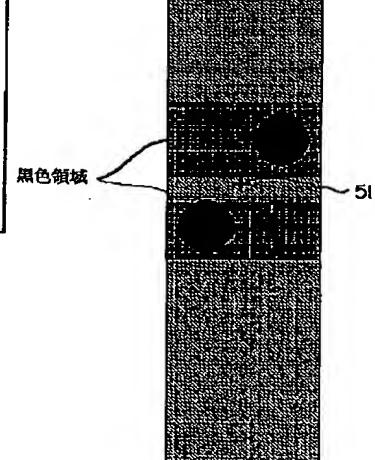
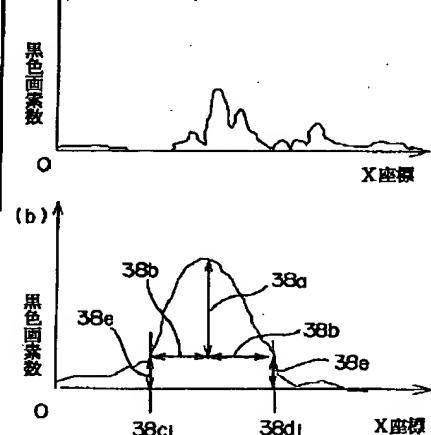
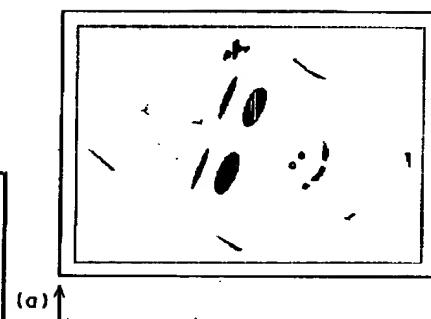
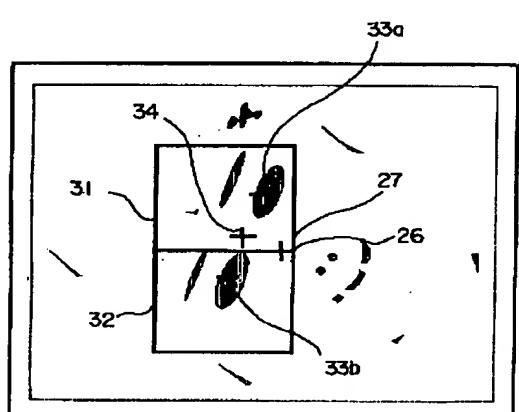


【図10】

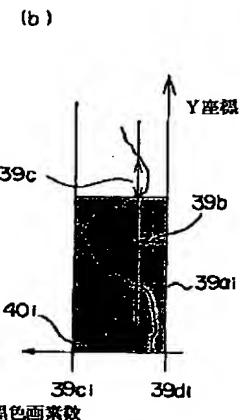
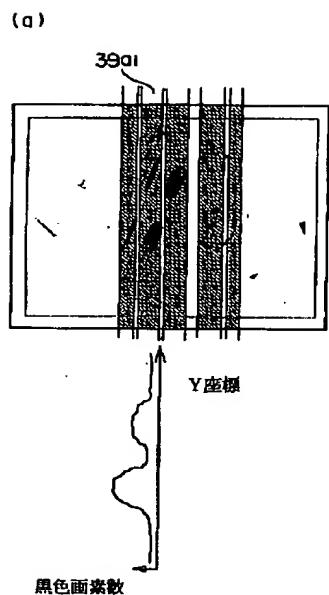


【図11】

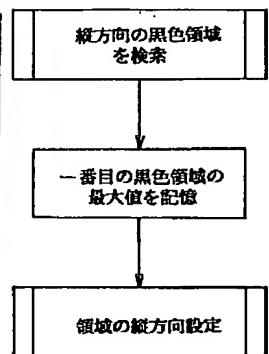
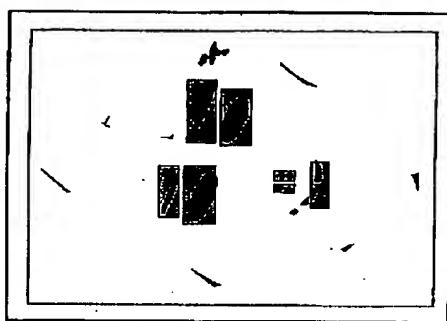
【図9】



【図12】

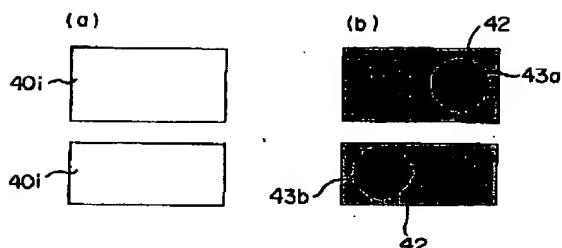


【図13】

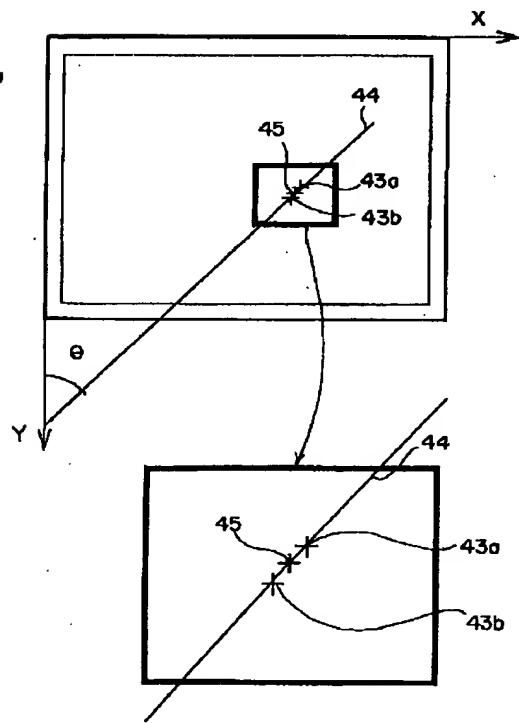


【図31】

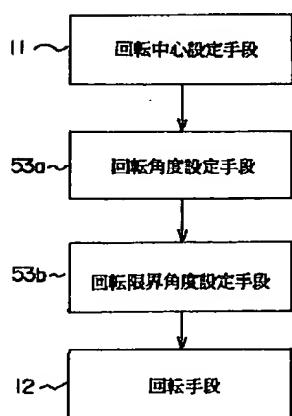
【図14】



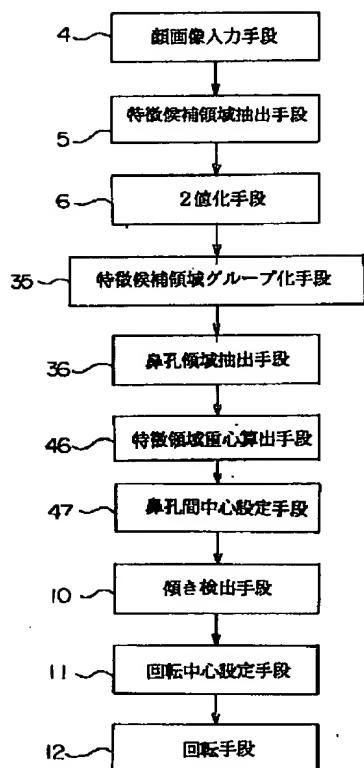
【図15】



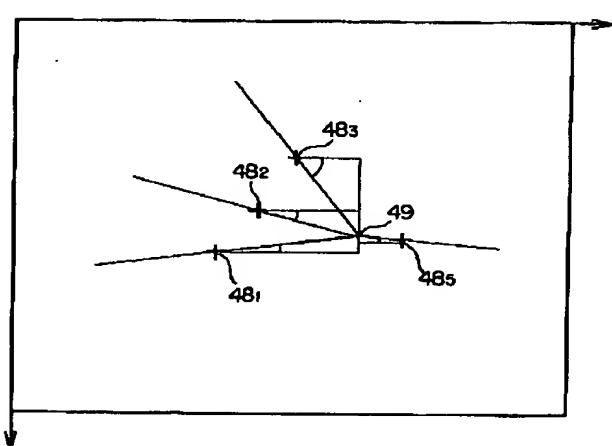
【図26】



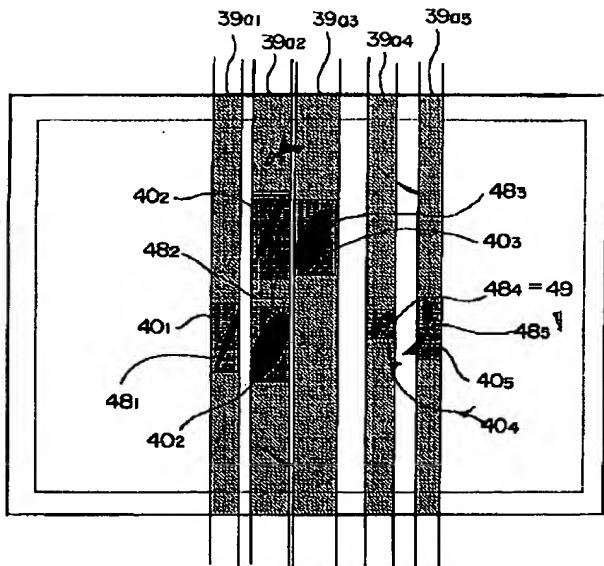
【図16】



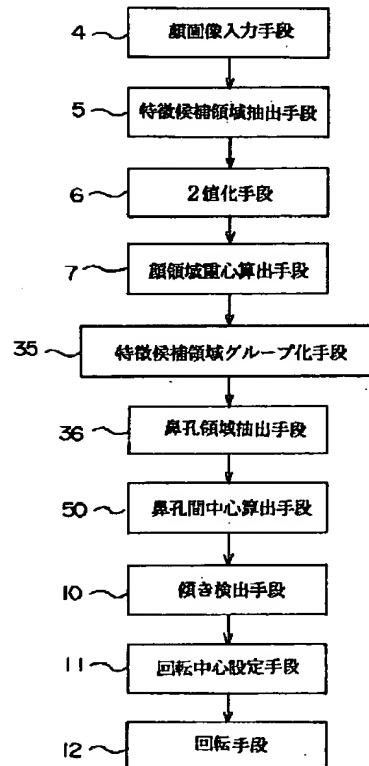
【図18】



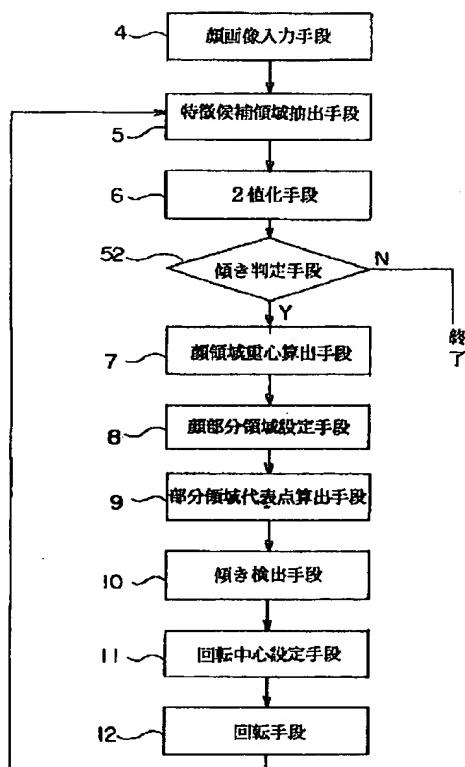
【図17】



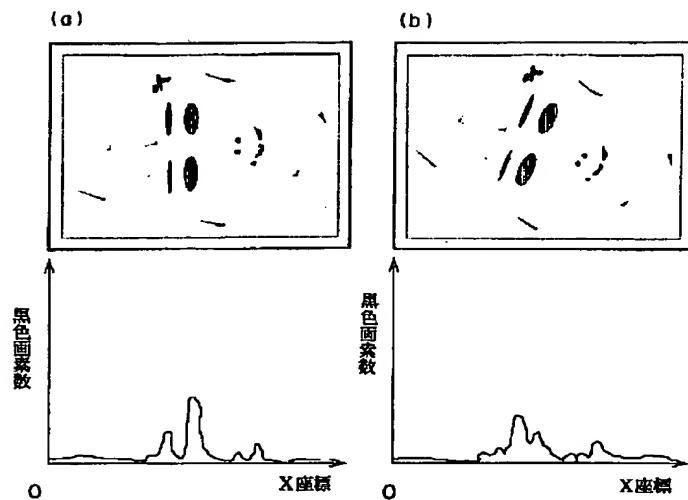
【図19】



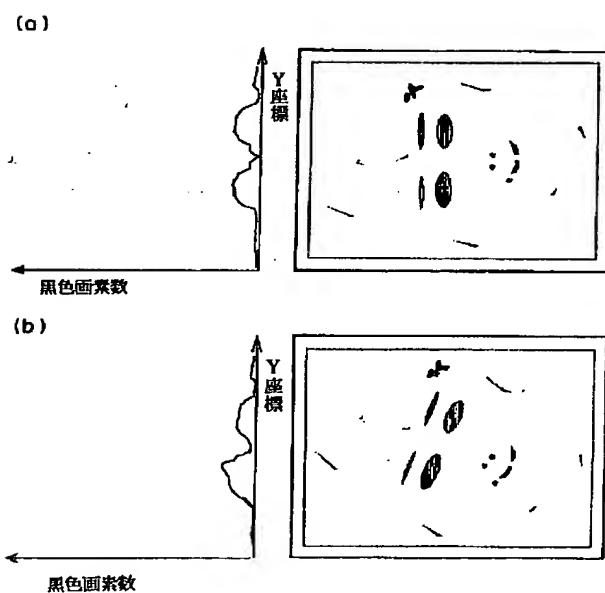
【図21】



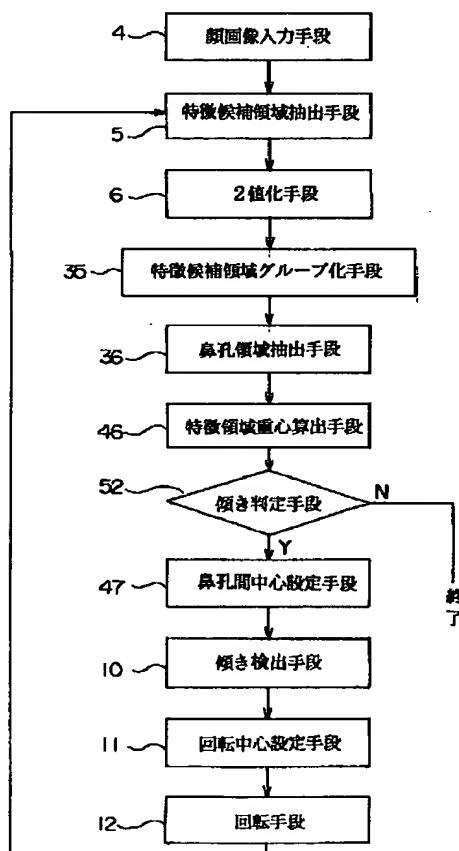
【図22】



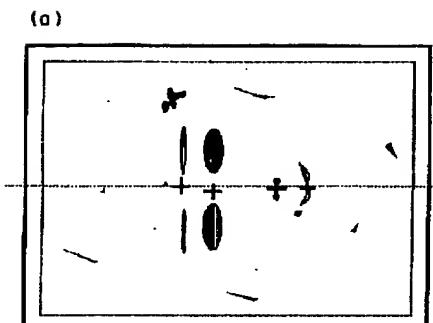
【図23】



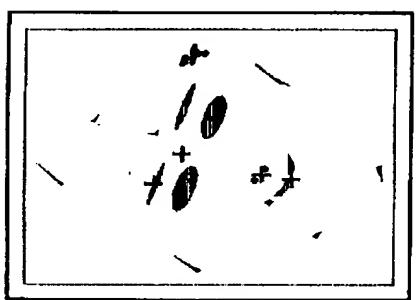
【図24】



【図25】

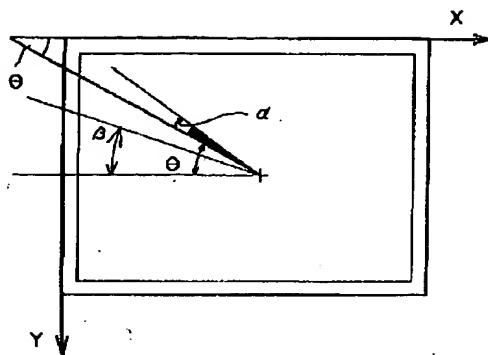


(a)

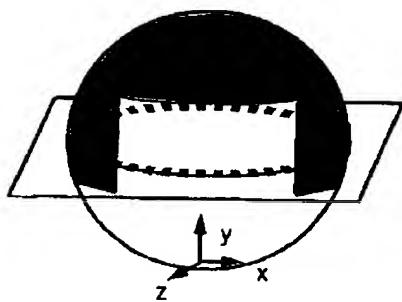


(b)

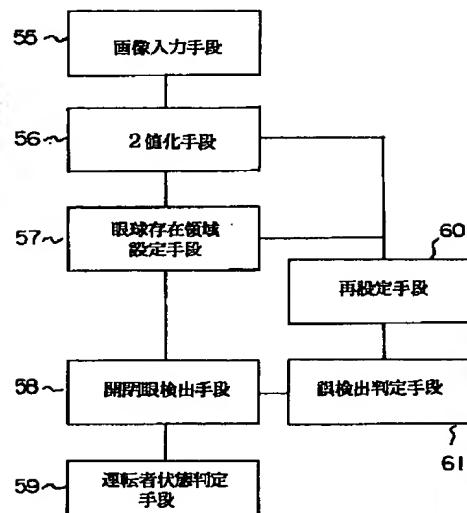
【図27】



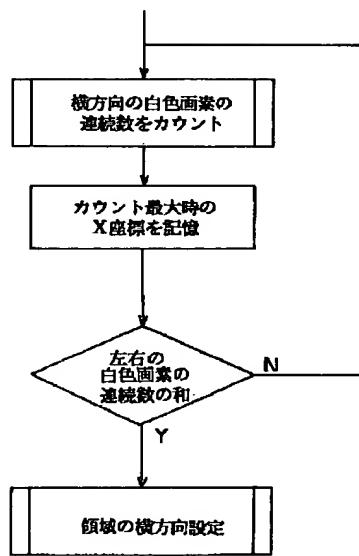
【図28】



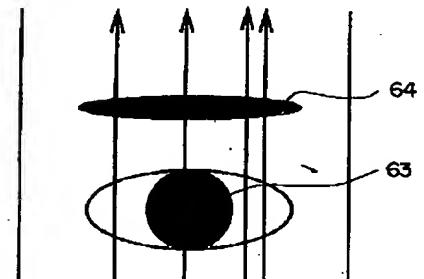
【図29】



【図30】

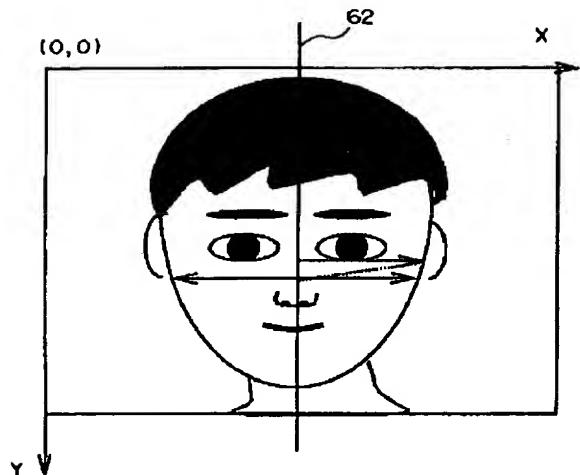


【図33】



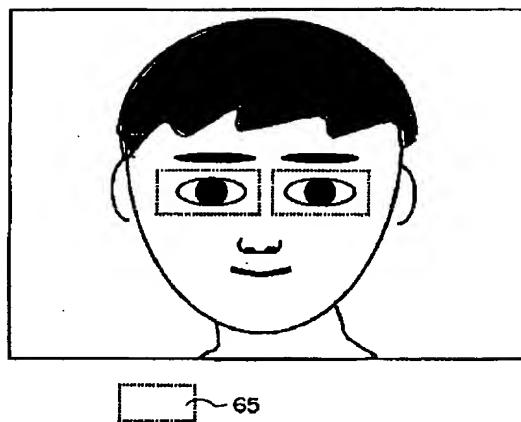
63 : 黒領域1
64 : 黒領域2

【図32】



62：走査開始ライン

【図34】



65：眼球存在領域